基于系统动态学方法的弱信号生命周期建模与仿真*

董尹[1] 刘千里[2] 宋继伟[3]
[1] 合肥学院管理系 合肥 230601 [2] 南京大学信息管理学院 南京 210233
[3] 南京大学中国南海研究协同创新中心 南京 210023

摘要：[目的/意义] 为增强弱信号的内涵研究，对其全生命周期过程下的各阶段要素以及要素间的联系进行探寻，以期获得一定程度上的理论贡献，同时也为相关组织在开展弱信号管理实践时提供理论指导。[方法/过程] 在对弱信号概念研究现状进行梳理的基础上，结合意义构建理论给出了弱信号概念界定。随后，通过与信息生命周期、新兴议题生命周期进行类比，提出弱信号生命周期理念。进而采用系统动态学方法开展系统思考，使用因果回路图进行系统建模，运用存量流量图进行仿真模拟。[结果/结论] 弱信号生命周期包含 4 个阶段：侦测、关联、传递、抉择，相应的系统动态学模型所具备的现实性得到验证，且通过情景模拟确认了 4 个关键辅助变量：外界噪声干扰程度、弱信号分析效率、组织内相互信任程度、决策者信任程度。在整体研究的基础上，给出弱信号管理过程中可能会遇到的障碍以及应对策略。

关键词：弱信号 信号生命周期 系统动态学
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2019.13.008

技术的变革、全球化的发展和信息的泛滥，使得整个社会经济系统日趋复杂，对经济活动和管理行为的准确预言变得越来越难，但也催生了人们在不确定性环境下对更高水准预测能力的需求。如果把这一需求放在动荡、混乱和不安全的背景下，那么对于具有破坏性或颠覆性事件的预警则更为迫切。由此，“弱信号（weak signals，WS）”的价值开始逐步引起业界和学术界的关注。弱信号派生于指标，源于信息，那么与信息生命周期相类似，也应具备一个生命周期全过程，这个过程是怎么样的？从被捕获到付诸行动是否经历了产生、发展、成熟到衰退等阶段，具体内容又是什么？人和组织会给弱信号生命周期过程带来什么样的影响？都鲜有学者深入研究。由此，本文从弱信号概念入手，探寻弱信号生命周期过程，并在系统思考的基础上进行系统动态学建模与仿真。

1 弱信号概念的界定

本文的研究对象——弱信号，主要是指面向经济管理领域的不完全信息。相关研究目前还处在多元化发展过程中，其成果分布在许多不同的社会科学子领域，关于弱信号概念的界定还存在分歧，整体上偏重于外延研究，对内涵的研究还不够充分。通过对这一范畴下的弱信号相关研究进行梳理，发现众多学者对弱信号的说法虽然不尽相同，但总体上大致可以分成 3 类：①弱信号既关联现象，也关联结果；②弱信号仅代表正在变化的现象；③弱信号只是一个预示未来变化的征兆。同时，也包含了一些共同的看法，如：结果的不确定性、是不完全信息、解读的复杂性、有前置期、可演化成趋势、可引导变化等[1]。

从现有的诸多概念来看，当前概念界定主要涵盖的是弱信号的最初表现形式和最终的影响，不确定性、模糊性和隐匿性获得了一致的认可，信号的由弱转强也是一个渐进的、不断积累的过程，而且多聚焦于变化弱信号或中断弱信号的识别。但是，由此也让人产生了疑问：为什么是某个或某些弱信号首先被识别？又是如何识别的呢？

* 本文系国家自然科学基金青年科学基金项目“弱信号生命周期视角下的供应链风险信号识别研究”（项目编号：71603069）和国家社会科学基金青年项目“意义构建视野下安全情报的弱信号研究”（项目编号：15CTQ032）研究成果之一。
作者简介：董尹（ORICD：0000-0003-3444-5705），副教授，博士，E-mail：dy_asaka@qq.com；刘千里（ORICD：0000-0002-7283-3728），讲师，博士；宋继伟（ORICD：0000-0001-5609-0162），助理研究员，博士。
收稿日期：2018-08-30 修回日期：2019-02-20 本文起止页码：75-84 本文责任编辑：易飞

所以,本文尝试借鉴 K. E. Weick 的意义构建理论(或称之为"释意理论")[2],在前人的基础上重新界定弱信号的概念。意义构建的研究源于认知心理学:①对于组织来说,其目的是为了解释组织内外发生的事件和问题,这些事件和问题常常是出乎意料之外的、复杂的、令人困惑的[3];②对于个人来说,"人"是积极的行动者,他们把自己的观点、看法、经验等因素投射到信息上[4];③环境被看作是输出信息而不是输入信息,人、组织与环境相互作用[5]。可见,意义构建涉及的 3 个方面恰恰也是形成弱信号的 3 个维度,于是我们借用 K. E. Weick 意义构建理论对弱信号进行定义,即弱信号是:一个持续的意义构建过程,首先从当前经验流的异常中注意到模糊且不确切的提示,随后抽取出线索并进一步润色和细化,指引可能会产生的变化和趋势,最终通过事后的反思确定效果。

2 弱信号生命周期相关研究概述

总体上,弱信号生命周期的研究并不多见。最早由 A. Brizon 和 Y. L. Wybo 提出,但他们研究的范围只限于工业生产安全领域,并非广义上的弱信号,并且也缺少整体的系统思考[6]。与之相关的多为弱信号识别过程或流程的研究。

H. I. Ansoff 等提出"筛选器"方法,用于弱信号的捕获、增强和支持决策,包括监视层、心智层和推进层[7]。这一方法可以看作是对弱信号生命周期早期理念的缩影。E. Hiltunen 根据 E. Tarasti 的存在符号学,在未来征兆(future sign)意义构建过程中,延伸出外征兆(exosigns,相当于弱信号)和内征兆(endosigns)概念,而解读过程就是外征兆向内征兆转化的过程,并形成派生外征兆(secondary exosigns,相当于强信号)用于交流[8]。G. S. Day 和 P. J. H. Schoemaker 提出了 7 个步骤来提高弱信号识别能力:①探察信号的范围;②扫描所定义的边缘地带,捕捉和放大出现的弱信号;③解读弱信号;④探究弱信号的意义;⑤采取行动加以辨识和证实;⑥通过改进组织的管理提高对弱信号的感受性和警觉力;⑦将信号的扫描、解读、探究和利用落实在行动计划中[9]。刘千里以 K. E. Weick 的组织构建分析框架为蓝本,塑造了情报信号意义构建过程,其中生态变化、设定、选择和保留是组织构建环节,情景变化、搜集、分析和推论为情报信息意义构建环节,并形成 5 个回路[10]。J. Ponomareva 和 A. Sokolova 对弱信号的识别过程做出了步骤划分:①确定目标、主要任务和调查范围;②环境扫描,搜集用于分析的信息素材,并进行筛选和序化;③弱信号的聚类和识别,以及进一步校验;④形成用于指导战略行动的结论和建议[11]。P. Meissner,C. Brands 和 T. Wulf 提出结构化地整合专家判断的情景规划过程,涵盖了弱信号侦测、讨论和行动等环节,从而实现了对弱信号的量化分析[12]。

3 弱信号生命周期探究

3.1 与信息生命周期的联系和区别

信息生命周期是信息自产生、发展、成熟到消亡整个运动过程的客观规律,具有抽象性、多样性、周期性和阶段性的特征,国内外学术界主要从信息运动和信息管理两个视角对信息生命周期进行了较为丰富的研究,由 5 阶段、7 阶段和 10 阶段一直发展到国际标准化组织的 11 阶段,包括:生成、获取、标引、存储、检索、分发、呈现、迁移、交换、保护、处置或废弃[13]。那么,源于信息的弱信号是否也具有生命周期特性呢? 这就需要借助新兴议题(emerging issues)作为桥梁将信息生命周期与弱信号生命周期联系起来。

首先,尽管许多学者将弱信号和新兴议题视为同等的事物,但在 E. Hiltunen 的"未来征兆"表述中,弱信号更多地被认为是新兴议题浮现的信号,议题意味着现象的扩散程度,由一系列事件构成,理解议题的生命周期过程对于弱信号的意义构建是非常重要的[14-15]。其次,基于信息视角,A. C. Wygant 和 O. W. Markley 认为新兴议题也具有像信息生命周期那样的过程,根据媒体和公众的认知程度的不同划分为 6 个阶段[16],而弱信号作为新兴议题的征兆,常常蕴含在前两个阶段——"想法产生"和"精英关注",受到"大众关注"、"政府关注"乃至"普遍接受"则意味着强信号的释放,最后的"记录留存"阶段代表着信号的沉寂,而非消亡或废弃。所以,要想在新兴议题受到广泛关注前发现机会或威胁,就需要在弱信号变成强信号之前将其捕获,需要了解在由弱转强的过程中包含哪些阶段,本质上作为信息又是如何产生、传递以及被采纳的。可见弱信号同样具有生命周期特性,有待进一步研究。

另一方面,信息和弱信号二者的生命周期又有所不同。首先,虽然弱信号源于信息,但弱信号又是一个持续的意义构建过程,那么它的生命周期过程应是与主体意义构建过程紧密耦合的。如果类比信息生命周期或新兴议题生命周期,意义构建在弱信号产生期想必应该是弱信号的侦测,在发展期则为弱信号的跟踪

锁定，在成熟期应为弱信号的信度、效度评估，在衰退期应是弱信号的"噪声"去除和重新侦测。除此之外，在这个过程中还需考虑弱信号的发送方式和传递渠道的选择、解读机制，以及"噪声"去除和重新捕捉是否真的是弱信号生命周期的最后阶段，还是要将接受者的反应行为考虑其中？

其次，弱信号的目的在于发现可能的变化和趋势，在所包含的信息量较低的状态下尽可能地追求时间价值。也就是说，分析人员希望尽早地发现弱信号并形成可能性，从而留给决策者更多的决策应对时间。E. Hiltunen 用图示表达了突变和渐变两种变化与信号信息量之间的关系，如图 1 所示，弱信号与噪声混杂在一起处于噪声水平线之下，之上为强信号，当不确定性事件发生则意味着变化产生[7]。所以，之于弱信号，其生命周期应该是一个快速周转的运动过程，由少数阶段构成，在末期也非"衰退"，反而是其转变为强信号的环节。

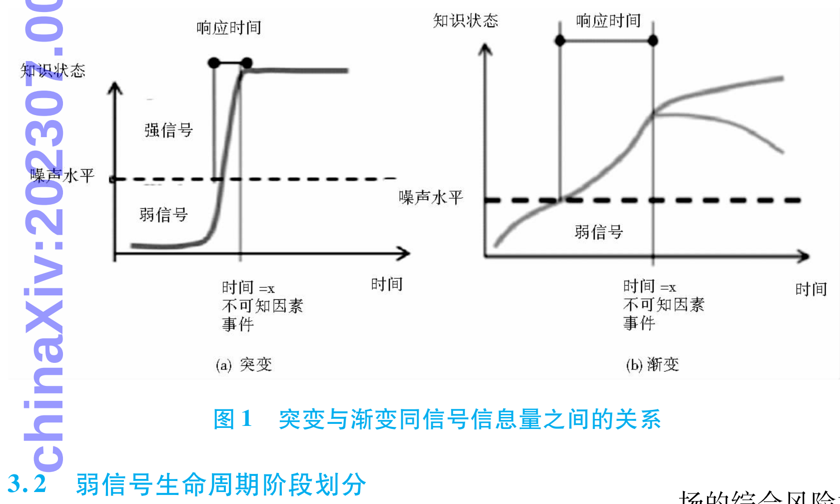


图 1　突变与渐变同信号信息量之间的关系

3.2　弱信号生命周期阶段划分

在现有研究的基础上，本文将弱信号生命周期过程划分为 4 个阶段，如图 2 所示。

（1）阶段 1——侦测。是弱信号被初步识别的阶段，弱信号因其信息量小的缘故很难被发现，需要人和组织具备较强的警觉性，监测和筛选确定所需的弱信号。

（2）阶段 2——关联。在这个阶段反映的是弱信号与未来变化或趋势的相关性，是对侦测阶段所获得的弱信号的进一步理解，通过意义构建形成情景或解释。

（3）阶段 3——传递。并非所有的弱信号都预示着重大变化或趋势，在意义构建的基础上，还要做出适当的选择将关键的弱信号传递给决策者。

（4）阶段 4——抉择。弱信号的时间价值取决于变成强信号之前所能带来的管理行为或战略行动，从而给组织带来利益，所以弱信号生命周期的最后阶段应是要让决策者相信，传递过来的弱信号至关重要，应促成具体行动。

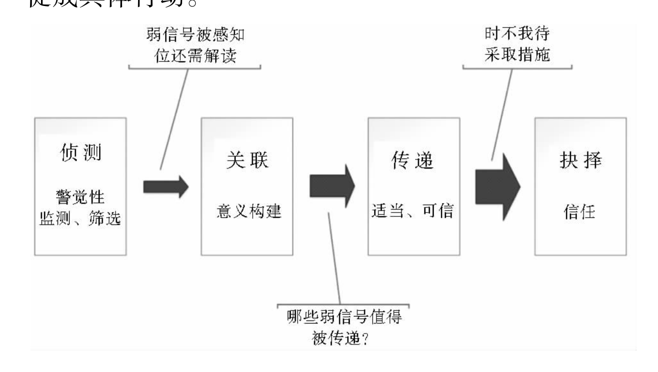


图 2　弱信号生命周期概念模型

4　弱信号生命周期系统动态学建模

4.1　基于系统动态学的研究思路

系统动态学的核心思想在于系统思考，作为与还原论相对立的思维模式，它采用了整体论的哲学思想和辩证唯物主义的分析方法，它让我们明白在非线性的世界里，要避免线性的思维，面对每个系统时要划定恰当的系统边界[17－18]。目前，运用系统动态学方法对经管领域弱信号生命周期的研究尚属空白，相关的研究主要涉及预警和风险主题。譬如，张爽、通过系统动态学方法构建了房地产风险预警指标体系，派生出相应的预警信号并形成房地产市场的综合风险指数[19]；赵辉等使用改进的系统动态学方法对环保 PPP 项目生命周期内的关键风险因素进行评价[20]；张诚把系统动态学理论运用到中小型企业供应链金融风险信号测控的研究中[21]。

因此，本文图 2 所展示的弱信号生命周期反映的只是弱信号演变的线性过程和先后顺序，而非系统思考的结果。为了进一步全面分析弱信号生命周期所具有的内涵，本节对其进行系统思考，将 4 个阶段视为 4 个子系统。虽然整个过程起始于"侦测"，终于"抉择"，但子系统之间却具有反复和反馈的情况，其系统边界则以弱信号的来源和行动的实施为起讫线，见图 3。

在确定系统边界的基础上，依据多方面理论和信号分析实践，确认相关元素，构建出弱信号生命周期因果回路图，如图 4 所示，该图是表示弱信号生命周期系

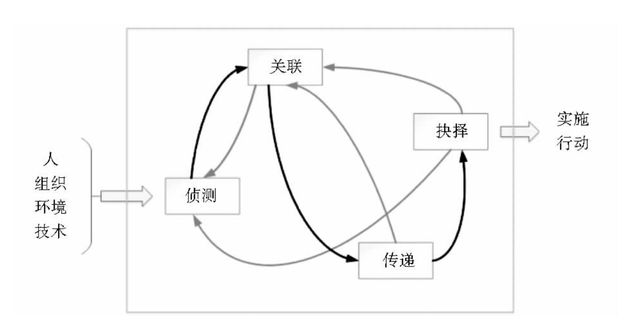


图 3 弱信号生命周期系统动态学模型边界

统反馈结构的重要工具,也是之后形成存量流量图的基础。在整个回路中包括 4 个子系统,即侦测子系统、关联子系统、传递子系统、抉择子系统。最后,通过存量流量图,设置方程和数值模拟,确认关键辅助变量和发现重要情景,从而可以更深入地对弱信号生命周期研究的现实意义进行探讨。

4.2 侦测子系统

侦测是弱信号生命周期的起点,鉴于弱信号的特

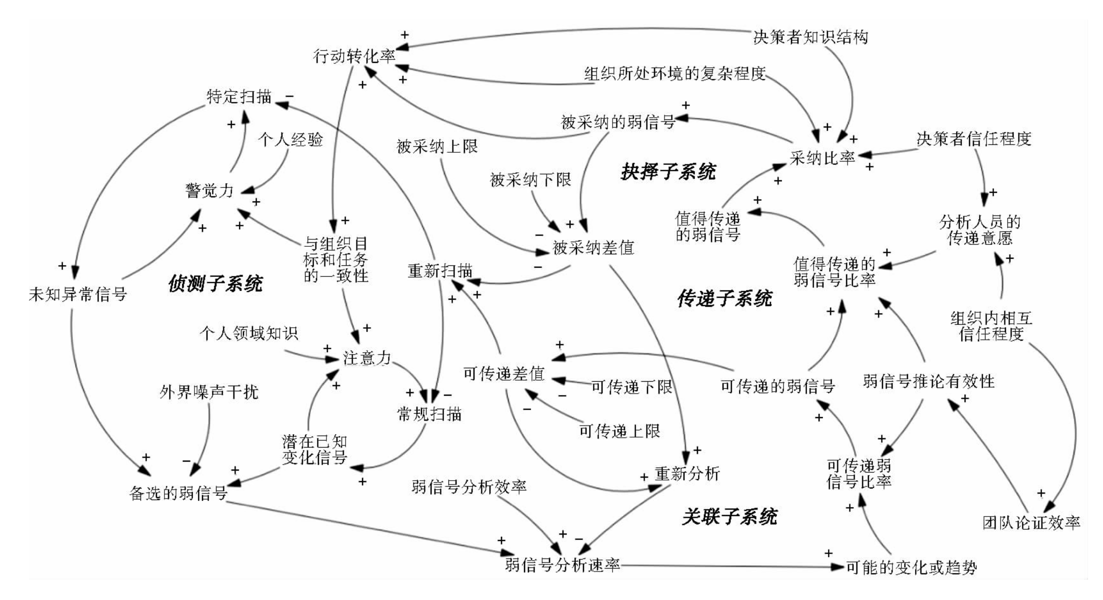


图 4 弱信号生命周期因果回路

性和 J. A. Swets 等的信号检测理论(signal detection theory)[22],在这个子系统中,重点是要提高“信号/噪声”的比率,发现可能的弱信号作为备选。从信号传输理论来看,“噪声”扮演着消极的作用——它不仅会降低信号的可探测性,还可能会淹没信号而使信号的传输发生错误和扭曲[23]。所以,面对“外界噪声的干扰”,弱信号的侦测要借助两种能力——注意力和警觉力。

本文注意力的提出源自 W. Ocasio 的企业注意力基础观,该观点系统探讨了注意力在组织行动与适应过程中的作用,并认为企业组织的行为由其决策者的注意力资源配置的方式所决定[24-25]。警觉力则源自奥地利经济学派代表学者之一 I. M. Kirzner 提出的企业家警觉(entrepreneurial alertness,又称之为“创业警觉”),即企业家能够警觉地发现非均衡市场上出现的盈利机会并迅速做出反应的能力,从根本上阐释了企业家警觉这个以往被忽视的自由市场经济的重要协调因素[26]。

在侦测子系统中,注意力和警觉力也有着区别。一方面,注意力是对已知信号的感知能力,借助侦测人员“个人领域知识”,通过与已知信号列表的比对,去识别是否有一个或几个信号可能会出现,然后进行评估、选择和聚类形成“潜在已知变化信号”;另一方面,警觉力反映的是对意料之外的异常情况的察觉能力,主要依赖侦测人员的“个人经验”,形成具有针对性的且不在信号列表上的“未知异常信号”。而基于这两种能力的侦测活动则是相应的两类扫描——“常规扫描”和“特定扫描”,在已有的研究中环境扫描和地平线扫描是常用的两种扫描方法,常规扫描是周期性运作,而特定扫描是根据侦测人员的敏感度随时启动。最终,侦测到的潜在已知变化信号和未知异常信号共同作为“备选弱信号”,同时也构成两个增强回路:

(1)注意力→常规扫描→潜在已知变化信号;

(2)警觉力→特定扫描→未知异常变化。

4.3 关联子系统与传递子系统

关联子系统侧重的是对备选弱信号的意义构建,从而获得“可传递弱信号”。弱信号因其“弱”的特性,很难被准确的解读,从刘千里的情报信号意义构建过程中可以发现,分析和推论应该是形成弱信号关联的两个重要组成部分[27]。在弱信号生命周期中,分析是

个人以相关性为基础开展的信息选择和重组过程，用于形成“可能的变化与趋势”，在不同的时间约束下，对“弱信号分析效率”和“弱信号分析速率”的要求不尽相同，但两者始终保持着正反馈关系。

弱信号推论是个人弱信号意义构建的保留，它在“可传递弱信号”的筛选过程扮演着重要角色，通过“弱信号推论有效性”作用于中间变量“可传递弱信号比率”，将“可能的变化或趋势”转化为多数人认可的弱信号。但是，组织层面的意义构建并非一个人的行为，弱信号的解读也不是要一味地追求推论的精确性和多样性，越是精确的结论，越有可能只是分析人员的独断，所以对于“弱信号推论有效性”需要团队论证来决定。而“组织内的相互信任程度”往往会影响到“团队论证效率”，也会间接影响到推论的有效性，这里的信任包含多方面的因素，如意义构建的能力、个人的利益、弱信号扫描析取来源的可靠性等。

传递子系统在关联子系统和抉择子系统之间起着承上启下的作用。在与关联子系统对接时，可以帮助分析人员从一定程度上克服认知偏见带来的问题。这是因为在弱信号意义构建过程中，分析人员不可过于乐观，对自己的分析始终处于肯定的状态，也不可彻底悲观或是过分低估弱信号揭示的未来变化。因此，需要平衡回路让分析人员以一种辩证的或者矛盾的心态看待自己的工作，这样弱信号的关联才能够持续、稳定地开展下去。由此，引入“可传递差值”变量，设置“可传递上限”与“可传递下限”，触发必要的“重新分析”，乃至“重新扫描”。上下限的具体阈值仍要根据组织、个人或者当前目标和任务情况进行动态调整。最终，该子系统形成3个平衡回路：

(1)弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→可传递差值→重新分析；

(2)备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递的弱信号→可传递差值→常规扫描→潜在已知变化信号；

(3)备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递的弱信号→可传递差值→特定扫描→未知异常信号。

4.4 传递子系统与抉择子系统

当弱信号经过个人分析和团队推论之后，如果预示会有重要事件发生，则无论是“黑天鹅”事件还是“灰犀牛”事件，作为“值得传递的弱信号”都要向决策者传递，这是传递子系统在与抉择子系统对接时发挥的作用。然而，组织的弱信号生命周期过程不仅仅是一个知识论问题，还是一个社会学问题。在传递和抉择子系统中，“决策者的信任程度”是关键因素，通过决策者与分析人员的互动博弈，伴随着“组织内相互信任程度”对“分析人员的传递意愿”产生影响，进而影响到有价值的弱信号的转化，即“值得传递的弱信号比率”，同时也构成了自身弱信号采纳的倾向——“采纳比率”；另一方面，决策者还要考虑“组织所处环境复杂程度”，同时在自己“(决策者)知识结构”的基础上，对传递过来的弱信号进行采纳，形成相应的战略行动才能发挥弱信号的价值，并且通过“行动转化率”更新之前的组织目标和任务，为新一轮的弱信号生命周期奠定基础。

但是，考虑到决策者知识结构的局限性和对外界环境认知的有限理性，则需要在抉择子系统中设置控制机制，用于避免决策者个人原因带来的过分采纳或不采纳。所以，与关联子系统相类似，引入“被采纳差值”“被采纳上限”“被采纳下限”3个变量与“重新扫描”和“重新分析”构成平衡回路，确保弱信号采纳的合理性，具体阈值的设定同样也是动态调整。因此，抉择子系统中最终具备2个增强回路和3个平衡回路：

(1)采纳比率→被采纳的弱信号→行动转化率→与组织目标和任务的一致性→注意力→常规扫描→潜在已知变化信号→备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→值得传递的弱信号比率→值得传递的弱信号；

(2)采纳比率→被采纳的弱信号→行动转化率→与组织目标和任务的一致性→警觉力→特定扫描→未知异常信号→备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→值得传递的弱信号比率→值得传递的弱信号；

(3)被采纳的弱信号→被采纳差值→重新分析→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→值得传递的弱信号比率→值得传递的弱信号→采纳比率；

(4)被采纳的弱信号→被采纳差值→重修扫描→常规扫描→潜在已知变化信号→备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→值得传递的弱信号比率→值得传递的弱信号→采纳比率；

(5)被采纳的弱信号→被采纳差值→重修扫描→特定扫描→未知异常信号→备选弱信号→弱信号分析速率→可能的变化或趋势→可传递弱信号比率→可传递弱信号→值得传递的弱信号比率→值得传递的弱信号→采纳比率。

5　弱信号生命周期系统动态学仿真

因果回路图作为因果模型的输出结果适合表达相关性和反馈过程，但为了进一步理解已有的反馈结构并推断出相应的动态行为，需要借助带有方程的存量流量图进行量化模拟，如图 5 所示：

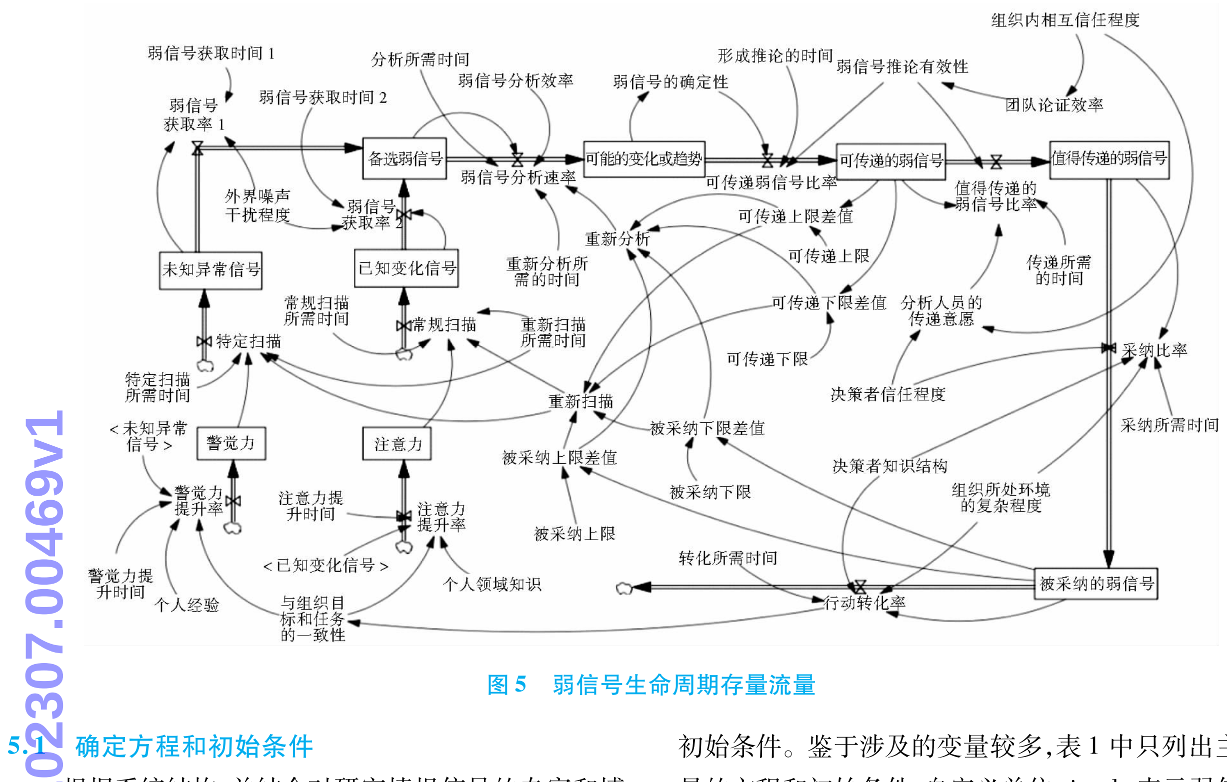


图 5　弱信号生命周期存量流量

5.1　确定方程和初始条件

根据系统结构，并结合对研究情报信号的专家和博士生的调研结果，得到弱信号生命周期相关变量方程和初始条件。鉴于涉及的变量较多，表 1 中只列出主要变量的方程和初始条件，自定义单位 signals 表示弱信号的数量，Month 表示系统运行的时间以月为单位。

表 1　弱信号生命周期主要变量方程和初始条件

变量名称	类型	方程和初始条件	单位
警觉力	存量	INTEG（警觉力提升率，1）	signals
警觉力提升率	流量	与组织目标和任务的一致性 * 个人经验 + 未知异常信号/警觉力提升时间	signals/Month
注意力	存量	INTEG（注意力提升率，1）	signals
注意力提升率	流量	与组织目标和任务的一致性 * 个人领域知识 + 潜在已知变化信号/注意力提升时间	signals/Month
特定扫描	流量	IF THEN ELSE((警觉力/特定扫描所需时间 – 重新扫描/重新扫描所需时间) > 0，警觉力/特定扫描所需时间 – 重新扫描/重新扫描所需时间，重新扫描/重新扫描所需时间)	signals/Month
常规扫描	流量	IF THEN ELSE((注意力/常规扫描所需时间 – 重新扫描/重新扫描所需时间) > 0，注意力/常规扫描所需时间 – 重新扫描/重新扫描所需时间，重新扫描/重新扫描所需时间)	signals/Month
未知异常信号	存量	INTEG（特定扫描 – 弱信号获取率 1，2）	signals
潜在已知变化信号	存量	INTEG（常规扫描 – 弱信号获取率 2，1）	signals
备选弱信号	存量	INTEG（弱信号获取率 1 + 弱信号获取率 2 – 弱信号分析速率，0）	signals
弱信号分析速率	流量	IF THEN ELSE((备选弱信号 * 弱信号分析效率/分析所需时间 – 重新分析/重新分析所需的时间) > 0，备选弱信号 * 弱信号分析效率/分析所需时间 – 重新分析/重新分析所需的时间，重新分析/重新分析所需的时间)	signals/Month
可传递的弱信号	存量	INTEG（可传递弱信号比率 – 值得传递的弱信号比率，0）	signals
可传递弱信号比率	流量	弱信号的确定性 * 弱信号推论有效性/形成推论的时间	signals/Month
值得传递的弱信号比率	流量	分析人员的传递意愿 * 弱信号推论有效性 * 可传递的弱信号/传递所需的时间	signals/Month
值得传递的弱信号	存量	INTEG（值得传递的弱信号比率 – 采纳比率，0）	signals
采纳比率	流量	决策者知识结构 * 组织所处环境的复杂程度 * 决策者信任程度 * 值得传递的弱信号/采纳所需时间	signals/Month
被采纳的弱信号	存量	INTEG（采纳比率 – 行动转化率，0）	signals
行动转化率	流量	决策者知识结构 * 组织所处环境的复杂程度 * 被采纳的弱信号/转化所需时间	signals/Month

董尹，刘千里，宋继伟.基于系统动态学方法的弱信号生命周期建模与仿真[J].图书情报工作,2019,63(13):75－84.

5.2 赋值与情景模拟

为了考察所建立的模型是否具有现实性和确认在因果关系分析中发现的关键变量，我们进行了仿真实验。首先检查模型的拟合情况，通过人为赋值发现其拟合效果基本符合弱信号生命周期过程。之后，对在因果关系分析中认为的几个关键辅助变量的数值进行调整，形成不同的情景，具体赋值如表2所示：

表2 初始状态和不同情景下的关键辅助变量赋值

初始	情景1	情景2	情景3
外界噪声干扰程度＝0.1	外界噪声干扰程度＝0.5	外界噪声干扰程度＝0.1	外界噪声干扰程度＝0.1
弱信号分析效率＝0.3	弱信号分析效率＝0.3	弱信号分析效率＝0.5	弱信号分析效率＝0.3
组织内相互信任程度＝0.5	组织内相互信任程度＝0.5	组织内相互信任程度＝0.5	组织内相互信任程度＝0.8
决策者信任程度＝0.5	决策者信任程度＝0.5	决策者信任程度＝0.5	决策者信任程度＝0.8

5.2.1 情景1：外界噪声干扰程度下降 正如前文所述，在侦测子系统中，重点是要提高"信号/噪声"的比率，由此可见"外界噪声干扰程度"会是一个关键的辅助变量。于是，我们将该辅助变量数值调整为0.5（值越小，干扰程度越大），发现存量"备选弱信号"有着明显的提升，而且在时间上也能比初始状态更快地获得备选弱信号，如图6所示：

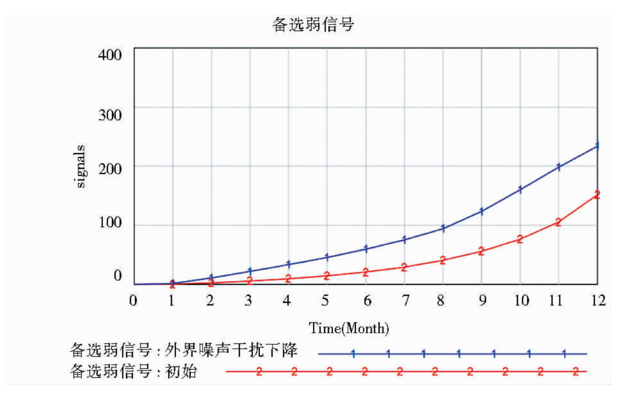


图6 情景1：外界噪声干扰程度下降

5.2.2 情景2：弱信号分析效率提升 弱信号的关联性通过意义构建来形成，而在意义构建过程中，分析相当于"选择"，是指组织成员试图对此前所设定好的直观信息赋予不同关系结构的过程。因此，分析环节所选择信息相关性的高低将对后面的推论产生影响，在本文的模型中则是对存量"可能的变化或趋势"和流量"可传递弱信号比率"有着明显的影响，如图7所示，两个变量均有增加。

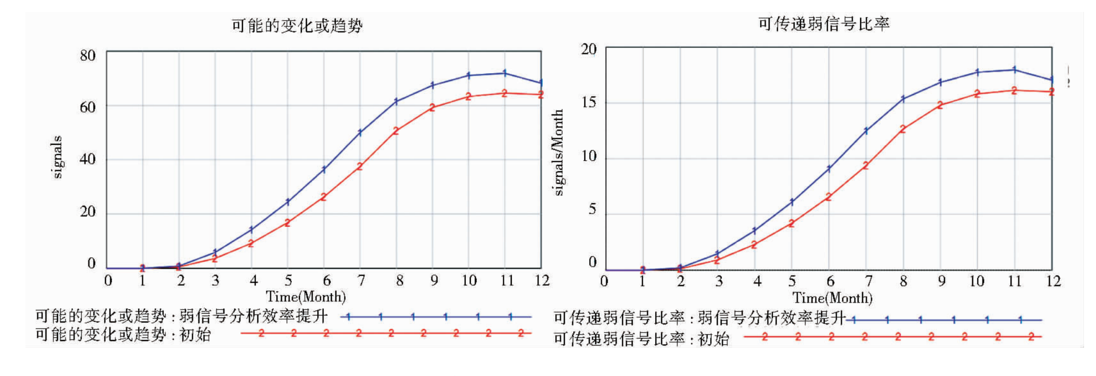


图7 情景2：弱信号分析效率提升

5.2.3 情景3：信任提升 信任是人与人之间相处长久以来无法回避的话题，信任的重要性也在社会学、心理学、经济型和组织行为学中得以充分体现，而在弱信号生命周期过程中，其背后的主语均是"人"；另一方面，人的决策行为始终受到有限理性的影响，即受到知识、认知能力和时间的限制[28]，克服这些限制的方式之一就是建立在信任基础上的合作，无论是团队内的平等协作，还是下级对上级的决策辅助。而且在一定程度上，信任本身就被认为是一种决策，是在权衡了理性信任成本和非理性信任成本后做出的决策，也是可以帮助决策者节约心智成本的有效机制[29]。因此，将"组织内相互信任程度"和"决策者信任程度"两个辅助变量数值进行调整，考察"信任"是否可以作为"润滑剂"促进弱信号的传递和采纳。

如图8所示，当"组织内相互信任程度"和"决策者信任程度"从0.3提升至0.8之后，弱信号的传递和采纳数量都有着明显的增加。不再像初始状态，决策者可能因自身的有限理性，长时间内都无法采纳弱信号。即使"可传递的弱信号"在第9个月之后增加的速率并不如初始状态，但这恰恰说明了在系统中设置的"可传递差值"起到了抑制作用，避免因决策者的信任引发的盲目乐观或过度膨胀。

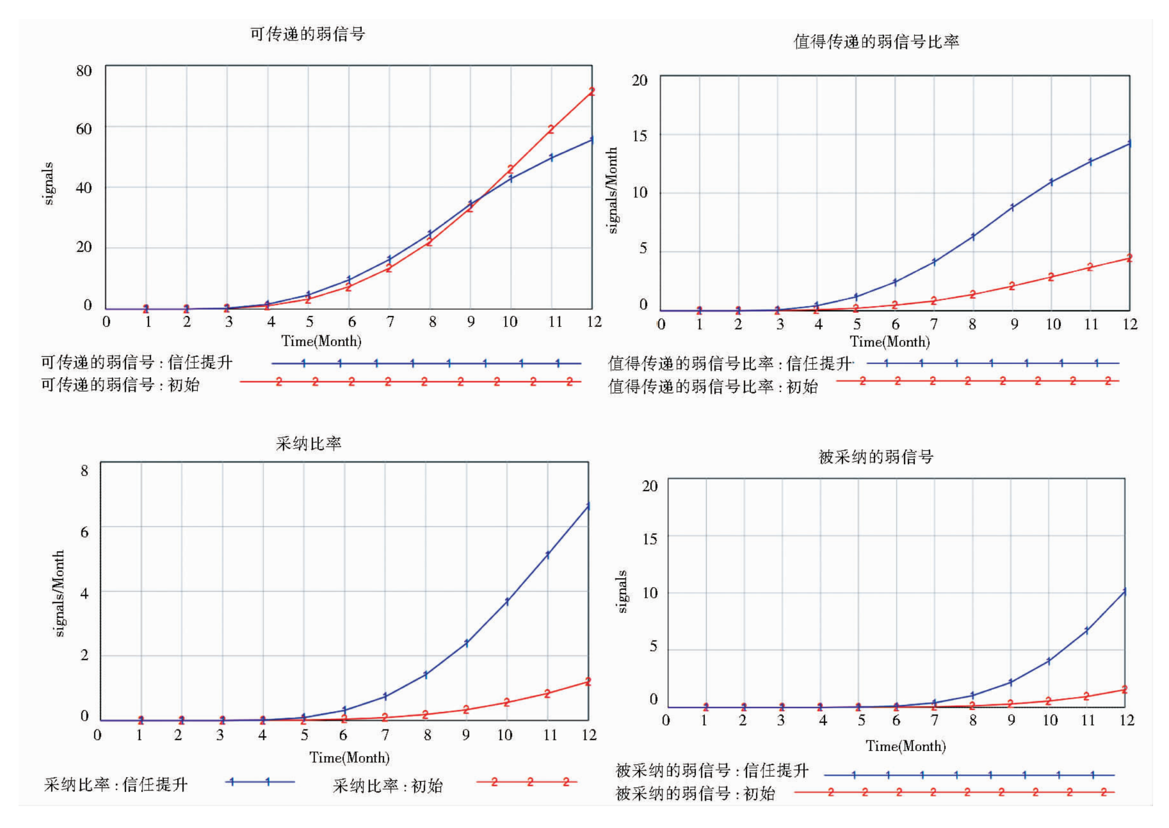


图 8　情景 3：信任提升

6　结果与讨论

本文在对弱信号概念进行界定及对其生命周期研究相关文献进行梳理的基础上，类比信息生命周期和新兴议题生命周期，总结出弱信号生命周期具备的 4 个阶段：侦测、关联、传递、抉择。并进一步使用系统动态学方法对其进行系统化的建模与仿真，识别出每个阶段的相关要素，形成相应的因果回路图和存量流量图，通过赋值模拟验证了模型具有一定的现实性，同时也确认了 4 个关键辅助变量：外界噪声干扰程度、弱信号分析效率、组织内相互信任程度、决策者信任程度。除此之外，本文的研究还产生了以下创新性认知和应用意义：

（1）弱信号的产生依赖于人在一定环境背景和经验流下的推论，为组织的存在和竞争而服务。人和组织的行为对弱信号的生命周期循环起到正向或负向的影响。弱信号从侦测、意义构建到传递和被采纳，都离不开人的参与。

（2）弱信号作为一种信息含量较低的信号，与噪声掺杂在一起，组织和个人容易失之交臂。通过对弱信号生命周期的系统思考，可以让组织在进行弱信号管理时发现其中可能存在的障碍。例如：侦测子系统中的警觉力或注意力不足会造成对潜在弱信号的视而不见，抑或者过于依赖单一侦测能力，也会间接地带来“外界噪声干扰程度”的提高；关联子系统中时间障碍是需要克服的问题，因为弱信号的意义构建不是对精度的追求，而是在较短的时间约束下对未来趋势做出判断，这就要求分析人员不仅要具备较强的意义构建能力，还要有着强烈的关联意愿；而在传递子系统和抉择子系统中则存在着弱信号传递者与决策者之间的博弈问题，并非传递者一面之词决策者就必须接收，需要甄别机制，其中信任扮演着重要角色，只是这份信任是建立在人际关系之上还是建立在制度和方法之上值得推敲。

（3）面对上述障碍，可以考虑采取若干策略进行应对。包括：①组织的建设应朝着学习型组织方向发展，跨学科地训练个人正确地侦测和解读弱信号，培养自信心敢于整合组织内外多样性的异构信息源，形成弱信号感知广度、深度、连续度的优化取值组合；②组织要为弱信号的关联和传递提供合适的工具和方法，借助 ICT 技术和本体论方法建立起弱信号语义关联机制，将侦测到的数据或信息进一步转变为可共享和复用的知识；③组织要给予对弱信号做出响应的决策者以明确的优先权，允许决策者运用自己的评价体系对弱信号进行筛选，该体系通常由组织内的信任氛围、决

策者的知识结构、对外部环境感知情况以及决策者自身拥有的外部信息源共同构成。

情报学语境下弱信号研究在国内还处于起步阶段,本文提出的弱信号生命周期概念和系统动态学模型还只是一次理论尝试,虽然模型通过了量纲一致性检验和极值检验,但其中必定还存在着不足和不妥之处,也还会有未发现的变量,要在未来的持续研究和实践中进一步提炼和修正。

参考文献:

[1] 董尹, 刘千里, 宋继伟, 等. 弱信号研究综述:概念、方法和工具[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(10): 147－154.

[2] WEICK K E. Sensemaking in organization[M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc., 1995.

[3] CORNELISSEN J P. Sensemaking under pressure: the influence of professional roles and social accountability on the creation of sense[J]. Organization science, 2012, 23(1):118－137.

[4] 曾忠禄. 情报分析:定义、意义构建与流程[J]. 情报学报, 2016, 35(2):189－196.

[5] 维克. 组织社会心理学[M]. 贾柠瑞, 高隽, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2009.

[6] BRIZON A, WYBO J L. The life cycle of weak signals related to safety[J]. International journal of emergency management, 2009, 6(2):117－135.

[7] ANSOFF H I, MCDONNELL E J. Implanting strategic management[M]. New York: Prentice-Hall International Inc., 1984.

[8] HILTUNEN E. Was it a wild card or just our blindness to gradual change?[J]. Journal of futures studies, 2006, 11(2):61－74.

[9] DAY G S, SCHOEMAKER P J H. Peripheral vision: detecting the weak signals that will make or break your company[M]. Boston: Harvard Business Press, 2006.

[10] 刘千里. 组织社会心理学视野中的情报信号意义构建分析[J]. 情报理论与实践, 2011, 34(4):27－30.

[11] PONOMAREVA J, SOKOLOVA A. The identification of weak signals and wild cards in foresight methodology: stages and methods[EB/OL]. [2017－12－15]. https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2655520_code1767127.pdf.

[12] MEISSNER P, BRANDS C, WULF T. Quantifying blind spots and weak signals in executive judgment: a structured integration of expert judgment into the scenario development process[J]. International journal of forecasting, 2017, 33(1):244－253.

[13] 索传军. 试论信息生命周期的概念及研究内容[J]. 图书情报工作, 2010, 54(13):5－9.

[14] HILTUNEN E. The future sign and its three dimensions[J]. Futures, 2008, 40(3):247－260.

[15] KUUSI O, HILTUNEN E. The signification process of the future sign[J]. Journal of futures studies, 2011, 16(1): 47－66.

[16] WYGANT A C, MARKLEY O W. Information and the future: a handbook of sources and strategies[M]. Westport: Greenwood Press, 1998.

[17] 梅多斯. 系统之美: 决策者的系统思考[M]. 邱昭良, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2012.

[18] 董尹, 杨阳. 基于系统动力学的竞争情报流程研究[J]. 情报学报, 2011, 30(12):1302－1311.

[19] 张爽. 基于系统动力学的房地产市场风险预警系统研究[D]. 济南:济南大学, 2017.

[20] 赵辉, 董骅, 屈微璐. 构建基于改进系统动力学的环保PPP项目风险动态评价体系[J]. 财会月刊, 2017(27):65－71.

[21] 张诚. 中小企业供应链金融风险测控的研究——基于系统动力学仿真模型[J]. 系统科学学报, 2018, 26(3):76－80.

[22] SWETS J A, GREEN D M, GETTY D J, et al. Signal detection and identification at successive stages of observation[J]. Perception & psychophysics, 1978, 23(4):275－289.

[23] 沈固朝. 信号分析:竞争情报研究的又一重要课题[J]. 图书情报工作, 2009, 53(20):11－14.

[24] OCASIO W. Towards an attention-based view of the firm[J]. Strategic management journal, 1997, 18(S1):187－206.

[25] OCASIO W. Attention to attention[J]. Organization science, 2011, 22(5):1286－1296.

[26] KIRZNER I M. Competition and entrepreneurship[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1978.

[27] 刘千里. 情报信号意义构建研究[D]. 南京:南京大学, 2011.

[28] 斯特曼. 商务动态分析方法[M]. 朱岩, 钟永光, 译. 北京:清华大学出版社, 2008.

[29] 许科. 风险视角的信任研究[D]. 上海:华东师范大学, 2008: 92.

作者贡献说明:

董尹:设计整体结构,撰写第2、3、4小节并统稿;
刘千里:撰写第5小节;
宋继伟:撰写引言和第1、6小节。

The Life Cycle of Weak Signals Modeling and Simulation Using System Dynamics Approach

Dong Yin[1]　Liu Qianli[2]　Song Jiwei[3]

[1] Department of Management, Hefei University, Hefei 230601

[2] School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023

[3] Collaborative Innovation Center of South China Sea Studies, Nanjing University, Nanjing 210023

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper explores the elements in stages of weak signals life cycle and relationship between them, to enhance the connotation research of weak signals and get theoretical contribution to a certain extent, hoping to give theoretical guidance to some organizations in weak signals management. [**Method/process**] Firstly, this paper has a literature review on weak signals concept. Then it presents a concept of weak singles in the context of intelligence studies and in combination with sense-making theory. Secondly, it proposes the life cycle of weak singles by analogy of the information life cycle and emerging issues life cycle. Thirdly, modeling and simulating by systems thinking and System Dynamics (SD) tools which are Causal Loop Diagram and Stock-flow Diagram. [**Result/conclusion**] Verifying the weak signals life cycle has 4 stages: detection, relevance, transmission, choice. Testing the feasibility of SD model and 4 critical auxiliary variables by scenario simulation, such as noise interference, analysis efficiency, trust degree in organization, and trust degree in decision makers. Moreover, it takes some barriers of weak signals management and solutions based on this research.

Keywords: weak signals　signal life cycle　system dynamics